

## НАПРАВЛЕНИЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВЕДЕНИЯ РЕЛЬСОВОГО ХОЗЯЙСТВА

А. Ю. Абдурашитов, Л. Г. Крысанов, Е. А. Шур

*Всероссийский научно-исследовательский институт железнодорожного транспорта, г. Москва*

Сформулированы основные тенденции дальнейшего развития рельсового хозяйства. Обсуждаются основные причины возникновения в рельсах дефектов контактно-усталостного происхождения.

**П**ерспективы развития отрасли и рост грузонапряженности таковы, что в настоящее время важнейшей проблемой становится предоставление «окон» для ремонта пути. Одно из направлений ее решения – увеличение межремонтных сроков.

Как известно, главным критерием назначения усиленного капитального ремонта служит одиночный выход рельсов из строя (в сумме за срок службы – в среднем на участке ремонта). Этот показатель для линий первого класса составляет 4 шт./км и более, для линий второго класса – 6 шт./км и более. Такой подход в определенной мере был оправдан в 70–80-е годы XX столетия, когда основной причиной одиночного изъятия рельсов из пути являлись дефекты контактно-усталостного характера (11.1-2; 21.1-2; 30В; 30Г). Их доля на грузонапряженных участках составляла 60 % и более в общем числе изъятых рельсов. В 1995–2003 гг. она стала менее 30 %. При этом нужно иметь в виду, что фактическая доля еще меньше, так как перебраковка рельсов (т.е. отсутствие дефекта в рельсах, изъятых по показаниям средств дефектоскопного контроля) по дефекту 21.1-2 в настоящее время составляет 20 % и более. В то же время существенно возрос их выход из строя по дефекту 17 – отслоение и выкрашивание металла в стыке при отсутствии наплавки – более 20 тыс. в год или 20 % от общего числа изъятых. На долю дефекта 14 – термомеханические повреждения поверхности катания вследствие буксования колес подвижного состава – приходится до 10 %, на дефекты в сварных стыках – более 5 % (а при учете протяженности бесстыкового пути – более 12 % дефектов рельсов такого пути). По-прежнему велик выход по дефекту 44 – боковой износ более нормативных значений – около 15 % общего числа изъятых рельсов; однако при этом не учитывается сплошная смена рельсов из-за данного дефекта, их перекладка с переменной рабочей канта из кривых в прямые участки пути и т. д. Более 12 % рельсов изымается по дефектам 10, 20, 30 заводского происхождения.

Приведенный анализ позволяет сформулировать следующие два основных направления повышения эффективности ведения рельсового хозяйства:

1 Пересмотр дифференцированных норм одиночного изъятия рельсов, являющихся критериями назначения усиленного капитального ремонта пути.

На наш взгляд, при определении предельного одиночного выхода необходимо учитывать только дефекты контактно-усталостного происхождения, образование которых носит не случайный характер, а следует определенным закономерностям.

2 Совершенствование системы ведения рельсового хозяйства с целью предотвращения других дефектов или существенного отдаления момента их зарождения и замедления развития.

Так, причины возникновения дефекта 17 заключаются как в технологии производства, так и в содержании пути. Сократить количество рельсов, пораженных этим дефектом, можно за счет увеличения протяженности бесстыкового пути. Для снижения потерь из-за появления дефекта 14 нужно предъявлять рекламации тем хозяйствам транспорта, по вине которых путейцы несут неоправданные потери. Рельсы с дефектом 17 надо наплавлять на начальном этапе его развития.

Для недопущения дефектов сварки следует усовершенствовать ее технологию, учитывая при этом изменение химического состава рельсовой стали и способы ее выплавки. Существенно ухудшает ка-

чество сварных стыков такой фактор, как концевая искривленность рельсов. Важно ужесточить входной их контроль в РСП.

Дефекты контактно-усталостного происхождения не появятся в головке, если съем металла по рабочей грани в результате бокового износа и профильного шлифования будет соответствовать значениям  $\gamma_6^{opt}$ , которые зависят от радиуса кривых (таблица 1). Интенсивность бокового износа рельсов можно оптимизировать, сочетая профильное шлифование с дозированной лубрикацией (при этом  $\gamma_6^{факт} = \gamma_6^{opt}$ ) за период с 1998 по 2003 гг. во ВНИИЖТе исследовали влияние износа и шлифования рельсов на их изъятие по дефектам контактно-усталостного характера. Оказалось, что при  $\gamma_6^{opt}$  указанных дефектов практически не бывает.

Таблица 1 – Оптимальный съем металла в результате бокового износа и профильного шлифования рельсов в кривых различного радиуса

$R$ , м	$\gamma_6^{opt}$ , мм/млн т брутто
$\leq 350$	$\geq 0,05$
351-500	$\geq 0,04$
501-650	$\geq 0,03$

Поскольку максимальный боковой износ не должен превышать 15 мм (по ТУ рельсы с боковым износом более 15 мм переключать нельзя), то при износе 5 мм/100 млн т груза брутто срок службы рельсов в кривых радиусом менее 400 м должен составлять 300 млн т, но в настоящее время он в 2–4 раза меньше.

Для достижения межремонтного тоннажа в 1 млрд т и более в прямых, а также 500 млн т в кривых радиусом менее 400 м необходимо, чтобы контактно-усталостные дефекты в кривых  $R < 400$  м не зарождались при износе 0,025–0,030 мм/млн т груза. Эту задачу можно решить, во-первых, повысив чистоту рельсовой стали, во-вторых, улучшив состояние пути, в том числе за счет геометрических параметров элементов верхнего строения и качества сборки рельсошпальной решетки, что позволит уменьшить напряжения в головке рельсов от воздействия подвижного состава.

Однако только лишь избавляясь от контактно-усталостных дефектов, проблему не решить, необходима технико-экономическая оценка сочетания этих дефектов и бокового износа. В качестве примера на рисунке 1 приведены данные о сочетании дефектов 21 и 44 в кривых различного радиуса в зависимости от интенсивности износа рельсов. Имея такие зависимости, можно своевременно принять меры по замедлению износа, в том числе лубрикацией, или ускорить его, например шлифовкой, и определить, окупаются ли соответствующие затраты снижением выхода рельсов из строя.

С целью продления срока службы рельсов, уменьшения расходов на содержание пути ВНИИЖТ разрабатывает Положение о системе ведения рельсового хозяйства на железных дорогах ОАО «РЖД». Оно определяет принципы, технические параметры и нормативы по заказу и приобретению рельсов на металлургических комбинатах, их содержанию, а также ремонту в пути и в условиях РСП.

В структуре «Положения» наиболее актуальными являются вопросы классификации дефектов рельсов. Пересматривать НТД начали, но, к сожалению, из-за ряда объективных и субъективных причин приостановили. А между тем с развитием этой тематики неразрывно связан следующий большой пласт исследований: «Рельсовая дефектоскопия, основные требования к средствам дефектоскопного контроля». Необходимо четко определить критерии опасности дефектов применительно к условиям эксплуатации. Отсутствие таких критериев приводит часто как к перебраковке, так и к пропуску поврежденных рельсов, вызывает излишние затраты на содержание штата дефектоскопистов.

В соответствии с ГОСТ Р 51685–2000 [1] рельсы подразделяют по типам, категориям качества, наличию болтовых отверстий, способу выплавки стали, длине. Кроме того, в новый стандарт введены рельсы типа Р65К с измененным профилем для наружных нитей кривых. Для регионов с холодным и очень холодным климатом предназначены рельсы низкотемпературной надежности (НЭ из электро-стали по ТУ-0921-118-01124328–2003 и НК из кислородно-конвертерной стали по ТУ 0921-145-01124328–2002). Особенно актуальной становится проблема применения таких рельсов в связи с

расширением сферы укладки бесстыкового пути в Сибири и на Дальнем Востоке, где морозы достигают минус 55°C, а годовая амплитуда температуры составляет 112°C.

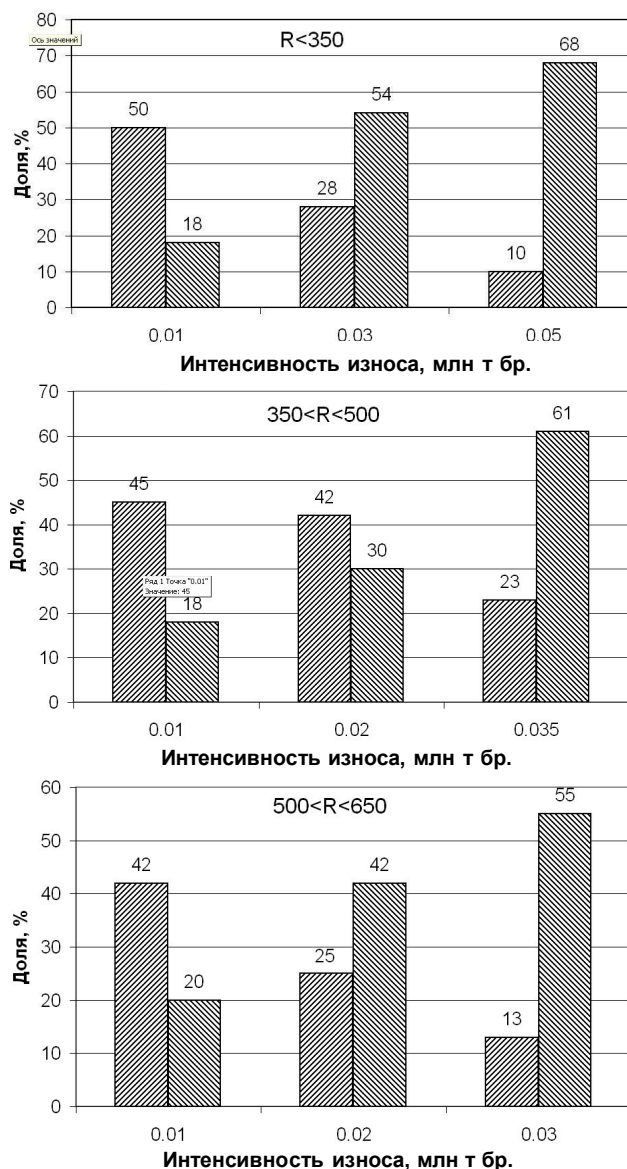


Рисунок 1 – Сочетание дефектов 21 и 44 в зависимости от интенсивности бокового износа в кривых различного радиуса (по данным за 1992–2003 гг.)

В этих условиях особую тревогу вызывает тот факт, что оборудование РСР не позволяет в полной мере внедрить передовую технологию сварки рельсов новых категорий, например, низкотемпературной надежности из электростали и т.д. А ведь дефекты сварки и ранее служили одной из основных причин одиночного изъятия и излома рельсов в пути. Поэтому совершенствование технологий сварки становится одним из приоритетных направлений работы. С учетом расширения сферы укладки бесстыкового пути предусмотрена также поставка рельсов из стали повышенной чистоты с регламентированным содержанием кислорода.

Внедряются рельсы для скоростного совмещенного движения (СС из электростали по ТУ 0921-076-01124328–2003 и СС из кислородно-конвертерной стали по ТУ 0921 144-01124328–2002) с улучшенными геометрическими параметрами по сравнению с рельсами категории Т1 по ГОСТ Р 51685-2000. При этом рассматривается целесообразность изготовления рельсов длиной 50 м с последующей их сваркой в плети, а также рельсов для высокоскоростного движения.

Эксплуатационная стойкость рельсов определяется структурой стали, неметаллическими включениями, наличием разнообразных внутренних и наружных дефектов металлургического происхожде-

ния, химическим составом металла, механическими свойствами, остаточными напряжениями, геометрическим качеством (прямолинейностью), а также качеством обработки болтовых отверстий и торцов. В таблице 2 сопоставлены качества отечественных и зарубежных рельсов. Можно видеть, что наши термически упрочненные рельсы уступают лучшим иностранным по следующим параметрам:

- прямолинейность (по всей длине и по концам рельсов);
- качество поверхности и отделки (торцы, болтовые отверстия, фаски);
- чистота стали по неметаллическим включениям и вредным примесям (сера, фосфор, водород, кислород);
- прокаливаемость, обеспечивающая в зарубежных рельсах более высокую твердость и прочность в зоне действия высоких контактных напряжений, а также большую износостойкость;
- остаточные напряжения.

**Таблица 2 – Основные показатели, определяющие эксплуатационную стойкость рельсов**

Показатель	Изготовитель рельсов	
	Россия (НТМК, НКМК)	Япония, Франция и др.
Содержание кислорода, ppm	20–40	5–20
Содержание алюминия, %	0,005–0,020	0,004–0,005
Чистота стали – максимальная длина строчек неметаллических включений, мм	0,8–1,0	0,2–0,3
Твердость головки в зоне максимальных контактных напряжений, НВ	321–363	341–388
Ударная вязкость в головке, МДж/м <sup>2</sup>	0,25–0,35	0,12–0,17
Остаточные напряжения – расхождение паза, мм	2,0–2,5	1,0–1,5
Вертикальная неровность на длине 1,5 м, мм	0,3–0,9	0,2–0,4
Кривизна концов вверх/вниз/боковая, мм	0,7/0,3/0,5	0,5/0,0/0,5

Вместе с тем у иностранных рельсов ниже ударная вязкость по сравнению с российскими, поэтому нужно более тщательно соблюдать технологию сварки. Качество рельсов передовых зарубежных производителей определяется лучшим оборудованием на заводах. Во-первых, это вакууматоры и технические средства для внепечной рафинирующей обработки жидкой рельсовой стали; современные нагревательные, прокатные и правильные агрегаты, а также станки для механической обработки при изготовлении прокатных валков и отделке рельсов. Во-вторых, установки для закалки рельсов из углеродистой и хромистой сталей с дифференцированным охлаждением по сечению сжатым воздухом. В-третьих, комплекс оборудования для сплошного контроля внутренних и поверхностных дефектов и прямолинейности рельсов. В-четвертых, большая степень компьютеризации производства.

Предстоит разработать более прогрессивную и высокопроизводительную технологию термической обработки рельсов взамен применяемой в настоящее время объемной закалки в масле. При разнообразии существующих за рубежом технических решений наиболее интересна закалка рельсов с прокатного нагрева с двухсторонним дифференцированным охлаждением сжатым воздухом или водой, в результате чего получают достаточно прямые рельсы перед холодной правкой. Последнюю необходимо выполнять на роликоправильных машинах с большим числом валков, чем на имеющихся

в настоящее время на отечественных металлургических комбинатах. После правки рельсы должны быть не только прямыми, но и с благоприятной эпюрой остаточных напряжений. Кроме новых роликоправильных машин, меткомбинаты следует оснастить гидравлическими прессами для правки рельсов в двух плоскостях без кантовки, с лазерным технологическим измерителем величины и профиля местных неровностей.

В кардинальном обновлении нуждается техника для механической обработки и отделки термоупрочненных рельсов. Это и переход от фрезерования торцов к чистовой разрезке на агрегатных сверлильно-отрезных станках типа станков фирмы «Вагнер», и внедрение оборудования для упрочнения болтовых отверстий, а также новых технических средств для маркировки рельсов.

На российских меткомбинатах совершенно недостаточен объем сплошного неразрушающего контроля рельсов. Он сводится только к ультразвуковому контролю внутренних дефектов в проекции шейки за исключением концевых зон и контролю прямолинейности рельсов для скоростного совмещенного движения (СС) с помощью прибора «Электрон». В перспективе так же, как за рубежом, каждый рельс должен быть подвергнут, по крайней мере, трем видам неразрушающего контроля: ультразвуковому на внутренние дефекты по всему поперечному сечению, токовихревому на поверхностные дефекты и контролю на прямолинейность.

Имеются и другие недостатки отечественных рельсов. Назовем основные из них:

1 Максимально возможная длина 25 м, необходимая – до 50 м и более. Длина рельсов ведущих производителей составляет 100 м и более. У нас она ограничивается планировкой рельсобалочных цехов, построенных еще в 1932 г. и 1947 г.

2 Недостаточна твердость головки, что приводит к ее повышенному износу. В кривых участках пути срок службы рельсов не превышает двух-трех лет.

3 Велики остаточные внутренние напряжения, которые способствуют возникновению и развитию трещин при эксплуатации, в частности разрушениям вдоль шейки.

4 Механические свойства не соответствуют требованиям национального стандарта (для категории В).

5 Существующая технология термообработки не позволяет изготавливать хромистые рельсы.

6 Размер вредных неметаллических включений в зарубежных рельсах не превышает 15 мкм, в отечественных – 1500 мкм.

Все перечисленные факторы сказываются на эксплуатационной стойкости рельсов. Испытания на Экспериментальном кольце ВНИИЖТа, проведенные в последние годы, показали, что стойкость наших рельсов в 2–3 раза ниже японских, французских и др. (300–500 млн т против 1000 млн т и более).

На российских железных дорогах более 10 тыс. чел. занято дефектоскопным контролем рельсов в пути. Тем не менее, ежегодно под колесами поездов разрушается около 200 из обследованных рельсов, что серьезно ухудшает безопасность движения.

Поэтому для совершенствования системы ведения рельсового хозяйства необходимо разработать и внедрить четкий порядок учета и контроля состояния рельсов на протяжении полного срока их службы.

#### Список литературы

1 ГОСТ Р 51685-2000. Рельсы железнодорожные. – Введ. 2000-01-01. – М.: Изд-во стандартов, 2001. – 24 с.

2 Шахуняц, Г. М. Железнодорожный путь / Г. М. Шахуняц. – М.: Транспорт, 1969. – 536 с.

3 Инструкция по текущему содержанию железнодорожного пути / МПС России. – М.: Транспорт, 2001. – 223 с.

Получено 15.05.2005

**A. J. Abdurashitov, L. G. Krysanov, E. A. Shur.** Directions of raise of efficiency of conducting rail equipment.

The basic trends of the further evolution of a rail equipment are formulated. Principal causes of origination of a contact-fatigue defects of rails are determined.